

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-226806

(43)Date of publication of application : 20.12.1984

(51)Int.Cl.

G01B 21/00

G01B 7/00

G01B 7/30

(21)Application number : 58-100969

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 08.06.1983

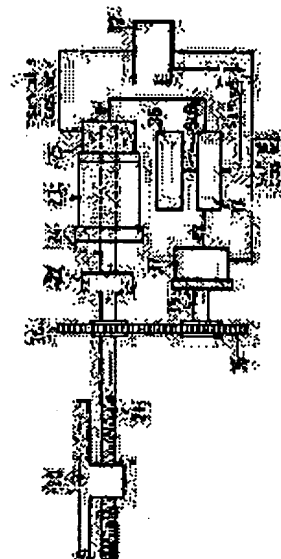
(72)Inventor : AMAMIYA YOICHI  
SOGABE MASATOYO  
TAKEKOSHI YOSHITAKA

## (54) ABSOLUTE POSITION DETECTOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To detect the absolute position of the operation part of a system to be controlled easily with high precision in case of a power failure, disconnection of power source, etc., by coupling two rotational angle detectors to the rotating shaft of the system to be controlled so that rotating speed ratios of their electrical angles are slightly different.

**CONSTITUTION:** Bipolar resolvers 25 and 37 are fitted to the rotating shaft 24 of a motor 23 which drives an NC machine tool, etc., and a shaft 35, and the ratio of gears 34 and 36 is so set that the rotating speed ratios of electrical angles of the resolvers 25 and 37 are slightly different. Output voltages e1 and e2 of the resolvers 25 and 37 are sent to a phase discriminating circuit 33 and compared with a carrier from a carrier generating circuit 32 to calculate phase differences  $\theta_a$  and  $\theta_b$ . Those phase differences correspond to the angles of rotation of rotors, and detection angle signals  $\theta_a$  and  $\theta_b$  are sent to an arithmetic processing circuit 38 to calculate the total rotation amount of the rotors, i.e. absolute position of the system to be controlled from the rotating speed ratios from a specific equation. Consequently, the absolute position of the driving part of the system to be controlled is detected easily with high precision in case of a power failure and a disconnection of the power source.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁 (JP)  
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開  
昭59—226806

⑯ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 B 21/00  
7/00  
7/30

識別記号

庁内整理番号  
7119—2F  
7355—2F  
7355—2F

⑰ 公開 昭和59年(1984)12月20日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑱ 絶対位置検出装置

⑲ 特 願 昭58—100969  
⑳ 出 願 昭58(1983)6月8日  
㉑ 発 明 者 雨宮洋一  
日野市旭が丘3丁目5番地1フ  
アナック株式会社内  
㉒ 発 明 者 曾我部正豊

日野市旭が丘3丁目5番地1フ  
アナック株式会社内  
㉓ 発 明 者 竹腰吉孝  
日野市旭が丘3丁目5番地1フ  
アナック株式会社内  
㉔ 出 願 人 ファナック株式会社  
日野市旭が丘3丁目5番地1  
㉕ 代 理 人 弁理士 青木朗 外3名

明 細 書

1. 発明の名称  
絶対位置検出装置

2. 特許請求の範囲

1. 電気角で1回転の範囲内の絶対回転角を検出することができる2つの回転角検出器を備えており、両回転角検出器は、電気角の回転速比 ( $N_a : N_b$ ) が互いに僅かに異なるように被制御系の回転シャフトに連結されており、両回転角検出器には、演算処理手段が接続されており、該演算処理手段は、両回転角検出器の検出角の差により、若しくは、両回転角検出器の検出角の差と一方の回転角検出器の検出角とにより回転角検出器の絶対回転角検出可能範囲を超える被制御系の絶対位置を算出するように構成されていることを特徴とする絶対位置検出装置。

2. 特許請求の範囲第1項において、両回転角検出器は、電気角の回転速比 ( $N_a : N_b$ ) が次式、

$$N_b = N_a + 1$$

の関係になるようにそれぞれ被制御系の回転シャフトに連結されていることを特徴とする絶対位置検出装置。

3. 特許請求の範囲第2項において、数値  $N_a$  は被制御系の最大移動ストローク量に対応する回転角検出器の電気角の回転数より大きい値であることを特徴とする絶対位置検出装置。

4. 特許請求の範囲第1項において、演算処理手段は、電気角において1回転以上したときの一方向の回転角検出器の検出角  $\theta_a$  と他方の回転角検出器の検出角  $\theta_b$  との差が  $\theta_b - \theta_a > 0$  のときは次式、

$$\theta = -\frac{N_a}{N_b - N_a} (\theta_b - \theta_a)$$

により、一方、 $\theta_b - \theta_a < 0$  のときは次式、

$$\theta = -\frac{N_a}{N_b - N_a} (\theta_b - \theta_a + 1)$$

によりそれぞれ求められる数値  $\theta$  の整数値分  $\theta = \theta'$  と検出角  $\theta_a$  とから該一方の回転角検出器の電気角における繰回転量を求め、その繰回転量に

基づいて被制御系の絶対位置を算出するように構成されていることを特徴とする絶対位置検出装置。

5. 特許請求の範囲第1項において、一方の回転角検出器の回転子は被制御系の回転シャフトに直結されていることを特徴とする絶対位置検出装置。

6. 特許請求の範囲第1項において、両回転角検出器はそれぞれ2極レゾルバからなることを特徴とする絶対位置検出装置。

7. 特許請求の範囲第1項において、両回転角検出器のうちの一方は多極レゾルバからなり、他方の回転角検出器は2極レゾルバからなり、多極レゾルバの回転子は被制御系の回転シャフトに直結若しくは歯車結合されており、2極レゾルバの回転子は該回転シャフトに対して歯車結合されていることを特徴とする絶対位置検出装置。

8. 特許請求の範囲第1項から第4項において、両回転角検出器は多極レゾルバからなることを特徴とする絶対位置検出装置。

転子11と、回転子巻線12と、互いに90°の位相をもって配置された2つの固定子巻線13、14と、 $\sin \omega t$ 、 $\cos \omega t$ の搬送波を発生する搬送波発生回路15、16とを有している。今、回転子11が角度 $\theta$ の位置にあるものとすれば、回転子巻線12からは次式(1)に示す電圧 $e$ が出力される。

$$e = \sin(\omega t + \theta) \dots \dots \dots (1)$$

この出力 $e$ と搬送波 $\sin \omega t$ ととの関係を示せば第2図の如くなり、搬送波 $\sin \omega t$ との位相差 $\theta$ を求めれば、回転子の1回転の範囲内で絶対位置を検出できる。

多極レゾルバの場合、例えば8極レゾルバは回転子が1回転する間に4波長の出力電圧が発生するので、回転子の1/4回転の範囲内において絶対位置を検出できることとなる。

アブソリュートエンコードやポテンシオメータを用いた場合にも回転子の1回転若しくはその整数分の1の回転角度範囲内で絶対角度の検出が可能である。

9. 特許請求の範囲第1項において、両回転角検出器はアブソリュートエンコードからなることを特徴とする絶対位置検出装置。

10. 特許請求の範囲第1項において、両回転角検出器はポテンシオメータからなることを特徴とする絶対位置検出装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 技術分野

本発明は被制御系の絶対位置を検出するための装置に関し、更に詳しくは、サーボ制御されるNC工作機械やロボットなどの動作部の絶対位置の検出を電源の切断や停電などにかかわらず高精度に且つ容易に行なうことができる絶対位置検出装置に関する。

#### 背景技術

被制御系の動作部の絶対位置を検出するための装置としては、被制御系の回転シャフトに連結される2極若しくは多極のレゾルバやアブソリュートエンコードが知られている。

第1図を参照すると、2極レゾルバ10は、図

このように、レゾルバやアブソリュートエンコードの絶対位置検出範囲には限界があるので、レゾルバ若しくはアブソリュートエンコードが絶対位置検出範囲を超えて回転した場合には、絶対位置を検出するためにはそれらの桁上がり信号を記憶しておく必要がある。

しかしながら、一旦制御系が停電したり電源が切断されたりした場合には、動作部の現在位置の記憶は失われてしまう。このため、従来においては再度電源を投入した際に機械に取り付けたりリセットスイッチを利用して動作部を原点位置に復帰させ、この原点位置を基点にして再動作させることが必要となっている。

#### 発明の目的

上記欠点に鑑み、本発明は、停電、電源切断等が発生した後の被制御系の動作部の現在位置をその全ストローク範囲にわたって検出できる絶対位置検出装置を提供することを目的とする。

#### 発明の構成

上記目的を達成するため、本発明による絶対位

位置検出装置は、電気角で1回転の範囲内の絶対回転角を検出することができる2つの回転角検出器を備えており、両回転角検出器は、電気角の回転速比（ $N_a : N_b$ ）が互いに僅かに異なるように被制御系の回転シャフトに連結されており、両回転角検出器には、演算処理手段が接続されており、該演算処理手段は、両回転角検出器の検出角の差により、若しくは、両回転角検出器の検出角の差と一方の回転角検出器の検出角とにより回転角検出器の絶対回転角検出可能範囲を超える被制御系の絶対位置を算出するように構成されていることを特徴としている。

なお、本発明において、電気角の1回転とは回転子の機械的な1回転とは異なり、電気的に検出される回転角の周期的変化の1サイクルを意味する。従って、2極レゾルバの場合には、回転子の機械的な1回転は電気角の1回転と一致するが、多極レゾルバ例えば8極レゾルバの場合、回転子の1回転は電気角の4回転に相当する。また、電気角の回転数とは、回転子の機械的な回転数とは

異なり、電気角の1回転を基準とした回転数を意味する。同様に、電気角における回転角検出器の回転速比とは、電気角の1回転を基準とした回転数の比を意味する。

#### 実施例

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第3図は本発明による絶対位置検出装置をNC工作機械のテーブル駆動装置に適用した一実施例を示すものである。テーブル20に直進運動を与えるためのねじ軸21はカップリング22を介してモータ23の回転シャフト24に連結されている。

モータ23の回転シャフト24には2極レゾルバ25が設けられている。2極レゾルバ25は、第4図に示すように、ハウジング26に固定された固定子27と、固定子27に巻回された固定子巻線28と、回転シャフト24に固定された回転子巻線29と、回転子29に巻回された回転子巻線30と、回転トランス31とを備えている。固定子

巻線28は駆送波発生回路32に接続されており、回転子巻線30は位相弁別回路33に接続されている。

一方、ねじ軸21には歯車34が固定されており、該歯車34は軸35に固定された歯車36と噛み合っている。軸35には上記2極レゾルバ25と同一構成の3極レゾルバ37が設けられている。

2極レゾルバ25、37の動作原理は要領で述べた通りである。前述したように、2極レゾルバの場合、回転子の機械的な1回転は電気角の1回転に対応しているため、ここでは回転子の機械的な回転数を基準にして説明する。

駆送波発生回路32は両2極レゾルバ25、37の固定子巻線に  $\sin \omega t$  及び  $\cos \omega t$  の駆送波を供給する。2極レゾルバ25、37の回転子巻線は回転子の回転角度に応じてそれぞれ次式(2)、(3)に示す出力電圧  $e_1$ 、 $e_2$  を位相弁別回路33に送る。

$$e_1 = \sin(\omega t + \theta_a) \quad (2)$$

$$e_2 = \sin(\omega t + \theta_b) \quad (3)$$

位相弁別回路33は駆送波  $\sin \omega t$  とこれらの出力  $e_1$ 、 $e_2$  との位相差  $\theta_a$ 、 $\theta_b$  を求める。位相差  $\theta_a$ 、 $\theta_b$  は回転子の1回転範囲内の回転角に相当する。位相弁別回路33によって求められたこれら検出角信号  $\theta_a$ 、 $\theta_b$  は演算処理回路38に送られる。演算処理回路38は両検出角信号  $\theta_a$ 、 $\theta_b$  から回転子29の絶対位置  $\theta$  を求める。

歯車34、36の歯数比は両2極レゾルバ25、37の回転子の回転速比即ち電気角の回転速比（ $N_a : N_b$ ）が、

$$N_b = N_a + 1 \quad (4)$$

の関係を満たすように設定される。また、 $N_a$  はテーブル20の最大移動ストローク量に対応する3極レゾルバ37の回転子の回転数即ち電気角の回転数よりも大きな整数値に設定される。

例えば、2極レゾルバ37の回転子が99回転したときにテーブル20が最大移動ストローク量に達するように設計する場合、 $N_a$  は100以上

の数値に設定れる。Na=100とした場合、歯車34の歯数Zaは101に設定され、歯車38の歯数Zbは100に設定される。

レゾルバ25の回転子29の総回転量θは、検出角θ<sub>2</sub>とθ<sub>1</sub>との差がθ<sub>2</sub>-θ<sub>1</sub>>0のときは、

$$\theta = \frac{Na}{Nb - Na} (\theta_b - \theta_a) \dots\dots (5)$$

$$= \frac{Zb}{Za - Zb} (\theta_b - \theta_a) \dots\dots (6)$$

により、一方、θ<sub>b</sub>-θ<sub>a</sub><0のときは、

$$\theta = \frac{Na}{Nb - Na} (\theta_b - \theta_a + 1) \dots\dots (7)$$

$$= \frac{Zb}{Za - Zb} (\theta_b - \theta_a + 1) \dots\dots (8)$$

によりそれぞれ求められる。この場合、θは整数値θ<sub>a</sub>'と小数値θ<sub>a</sub>'とからなり、整数値θ<sub>a</sub>'は回転子29の回転数を表し、小数値θ<sub>a</sub>'は回転子29の回転角を表す。従って、上式(5)~(8)により求められる値を回転子29の総回

転量として採用することができる。しかし、θ<sub>a</sub>の小数値θ<sub>a</sub>'は誤差を含んでいるので、レゾルバ25の回転子29の総回転量θ<sub>a</sub>は式(5)~(8)で求められるθ<sub>a</sub>の整数値θ<sub>a</sub>'と、レゾルバ25の検出角θ<sub>a</sub>とにより求めることが好ましい。

ここではレゾルバ25の回転子29はねじ軸21に直結されているので、回転子29の総回転量θ<sub>a</sub>はねじ軸21の総回転量に相当する。レゾルバ25の回転子29とねじ軸21との間に減速機構が介在されている場合には、θ<sub>a</sub>の値に減速比mを掛けた量がねじ軸の総回転量となる。

第3図に示す実施例において、今、例えばねじ軸21が99.3回転したとする。このとき、検出角θ<sub>a</sub>、θ<sub>b</sub>はそれぞれ、θ<sub>a</sub>=0.3、θ<sub>b</sub>=0.393と検出される。この場合θ<sub>b</sub>とθ<sub>a</sub>との差は負であるから、式(7)又は(8)が適用され、

$$\begin{aligned} \theta_a &= 100 \cdot (0.393 - 0.3 + 1) \\ &= 99.3 \dots\dots (9) \end{aligned}$$

となる。従って、θ<sub>a</sub>の整数値分θ<sub>a</sub>'(99)と検出角θ<sub>a</sub>(0.3)とにより、回転子29の総回転量θ<sub>a</sub>即ちここではねじ軸21の総回転量(99.3)が求まる。

なお、両2極レゾルバの回転速度比(Na:Nb)は例えばNb=Na+2若しくはNb=Na+3の關係に設定することも可能であるが、検出可能範囲が狭くなるので、上式(4)の關係に設定するのが最良である。

被制御系の回転シャフトに連結される2つのレゾルバのうち少なくとも一方は多極レゾルバとすることができる。この場合、両レゾルバの回転速度比(Na:Nb)は電気角で上式(4)の關係を満たすように設定され、Naは被制御系の最大移動ストローク量に対応する小極数側レゾルバの電気角回転数よりも大きい数値に設定される。

第5図は8極レゾルバ125と2極レゾルバ137を用いた例を示す。

ここでは、8極レゾルバ125は回転シャフト121に直結されており、2極レゾルバ137は

歯車134、136を介して回転シャフト121に連結されている。

この実施例の場合、今、被制御系の最大移動ストロークに対応する2極レゾルバ137の回転子の回転数が99であるとすると、Naは100以上の数値となり、上式(4)の關係を歯車134、136の歯数Za、Zbの比で表すと、

$$Za : Zb = 104 : 25 \dots\dots (13)$$

となる。

このような關係に設定された絶対位置検出機構においては、上式(5)、(7)の適用により被制御系の絶対位置を求めることができる。

2つのレゾルバを多極レゾルバとしても同様に被制御系の絶対位置を検出できることは明らかであろう。

第6図及び第7図は2つの回転角検出器をアブソリュートエンコード225、237とした場合の実施例を示すものである。2つのアブソリュートエンコード225、237の構成はここでは同一であるので、一方について説明する。アブソリ

ュートエンコーダ 225 は回転シャフト 239 に固定された回転子としての回転コード板 240 を備えており、回転コード板 240 の一側においてケーシング 241 には発光ダイオード 242 を備えた処理回路板 243 が固定されている。また、回転コード板 240 の他側においてケーシング 241 には、固定コード板 244 と光电変換素子 245 とがコード板取付け台 246 を介して取り付けられている。

アブソリュートエンコーダ 225、237 は回転コード板の機械的な 1 回転の範囲内で絶対回転角を検出するものでもよいし、また、回転コード板の機械的な整数分の 1 回転の範囲内で絶対回転角を検出するものでもよい。

アブソリュートエンコーダ 225、237 はここではそれぞれ歯車 247、248 を介して回転シャフト 221 上の歯車 249 に連結されているが一方を回転シャフト 221 に直結してもよい。要は、2 つのアブソリュートエンコーダ 225、237 の回転コード板の電気角の回転速比が上式

特開昭 59-226806 (5)

(4) の関係を満足し、且つ、式 (4) における  $N$  が、被制御系の最大移動ストローク量に対応する一方のアブソリュートエンコーダの回転コード板の電気角回転数よりも大きい数値となるように設定されていればよい。第 8 図において 223 はモータであり、また、238 は演算処理回路である。

同様に、本発明における 2 つの回転角検出器はポテンシオメータであってもよい。

以上各実施例につき説明したが、本発明の範囲内で上記実施例以外の態様を採用し得ることは明らかである。

#### 発明の効果

以上の説明から明らかなように、本発明は 2 つの回転角検出器を用いて両回転角検出器の検出角の差により、若しくは、両検出角の差と一方の検出角とにより、回転角検出器の絶対回転角検出可能範囲を超える被制御系の絶対位置を検出できるように構成したものであるから、停電、電源切断等が発生した後の被制御系の動作部の現在位置を

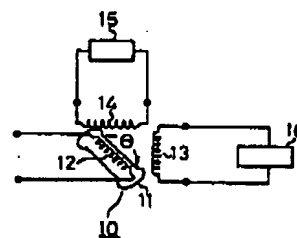
その全ストローク範囲にわたって簡単に検出できる絶対位置検出装置を提供できることとなる。

#### 4. 図面の簡単な説明

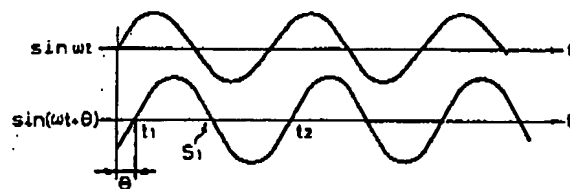
第 1 図は一般の 2 極レゾルバの動作原理を示す図、第 2 図は第 1 図に示すレゾルバの動作説明図、第 3 図は 2 つの回転角検出器に 3 極レゾルバを用いた本発明の一実施例を示す絶対位置検出装置の概略構成図、第 4 図は第 3 図に示す実施例における 2 極レゾルバの構造を示す断面図、第 5 図は一方の回転角検出器に多極レゾルバを用いた本発明の他の実施例を示す絶対位置検出装置の概略構成図、第 6 図は 2 つの回転角検出器にアブソリュートエンコーダを用いた本発明の他の実施例を示す絶対位置検出装置の概略構成図、第 7 図は第 6 図に示す実施例におけるアブソリュートエンコーダの断面図である。

- 21……回転シャフト、
- 22、37……回転角検出器、
- 38……演算処理回路。

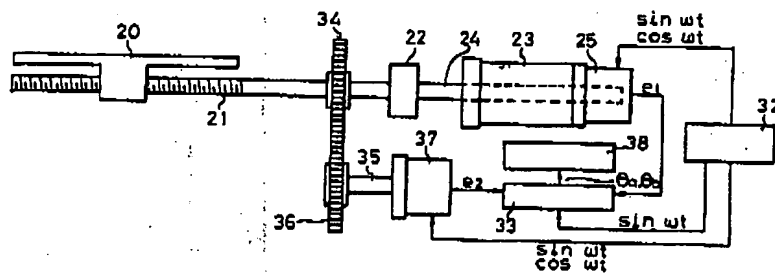
第 1 図



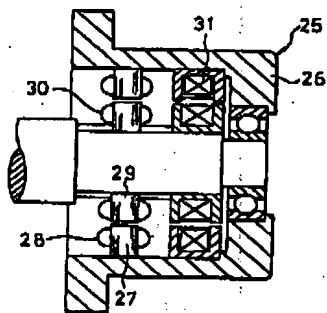
第 2 図



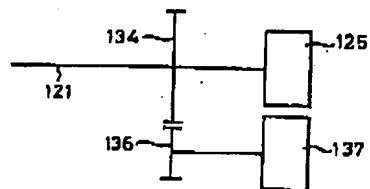
第 3 回



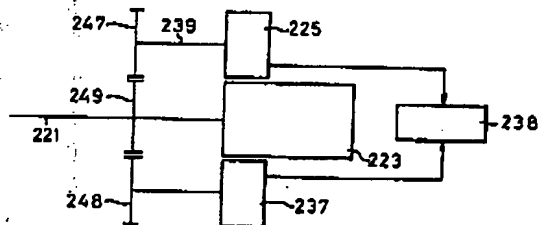
第 4 圖



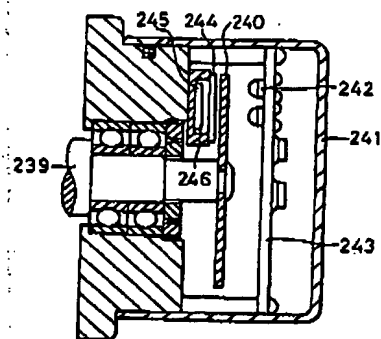
第 5 图



第 6 圖



第 7 图





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**